

次世代の気象モデルを用いた境界層雲・霧の数値シミュレーション

THE SIMULATION OF BOUNDARY LAYER CLOUD AND FOG USING NEXT-GENERATION METEOROLOGICAL MODEL

100095

秋本 祐子（筑波大・院）*, 日下 博幸（筑波大・計算科学研究センター）

Yuko AKIMOTO (Graduate student, Univ. Tsukuba) , Hiroyuki KUSAKA (CCS, Univ. Tsukuba)

キーワード：都市気候, 数値シミュレーション, 境界層雲, 霧,

Keywords: Urban Climate, Numerical simulation, Boundary layer cloud, Fog

1. はじめに

近年, 気象モデルの高解像度計算の一手段として, Large Eddy Simulation(LES)が注目されている. LESは, 乱流輸送の大半を担うエネルギー保有領域の大きな渦に対しては格子で解像して直接解き, 慣性小領域にある比較的小さな渦に対してはモデル化により表現する乱流モデルである. 気象分野におけるLES計算は, 主に理想計算を対象としてきたので, 地形や都市の導入はなく地面は平坦であるものが多い. 工学分野で開発されたLESの中には複雑地形や都市街区に対応したものもあるが, 雲物理や大気放射などの大気物理のモデルが導入されていないため, 気象分野で直接利用することはできない.

筑波大の日下研究室では, 複雑地形や都市街区を対象とし, 大気成層を導入した並列版LESを開発している(池田・日下, 2011). 本研究では, このモデルに大気物理モデルを導入し, 建物解像気象モデルを都市の積雲や霧などに適応する.

2. モデルの概要

池田・日下(2011)および, 本研究で開発した建物解像気象モデルの概要を表1に示す. 基礎方程式に非静力ブジネスク近似方程式系を採用し, 雲微物理モデルにはKessler(1969)の改良版を, 放射モデルには灰色大気を仮定したモデル(Mahrer, and Pielke(1977)の改良版)を採用している. 乱流モデルには, 従来の気象モデルで用いられてきた Reynolds-averaged Navier-Stokes equations (RANS) 用と LES 用の両方のモデルが実装されており, ユーザーが自由に選択することができる.

3. 都市上空の積雲の数値シミュレーション

開発した気象モデルを用いて, 都市上空に発生する積雲の数値シミュレーションを行った. 都市の効果は粗度やアルベドといった地表面パラメータで表現した. 温位減率は0.003, 大気の相対湿度は80%とし, 側方境界条件は周期境界とした. 本稿では, 紙面の都合上, 2次元のRANSの計算結果のみを紹介する. 図1の上図は, 中心に都市を置き, その周りを草地としてヒートアイランド循環を再現した結果である. 都市の方が草地よりも大気に対する加熱量が大きいため, 循環が形成される. 図1の下図は, モデルで計算された雲水の混合比を示す. ヒートアイランド循環に伴って, 都市上空に小積雲が形成された. 発表では, これに加え, LESでの数値シミュレーションの結果も紹介する.

基礎方程式	非静力ブジネスク近似方程式系
座標系	直交座標系
格子系	Arakawa-C
離散化	有限差分法
時間スキーム	
移流項	3段階ルンゲ・クッタ法
拡散項	陽解法
空間スキーム	2次精度中央差分・3次風上差分 (水物質のみ)
アルゴリズム	Fractional-Step 法
圧力解法	前処理付き Bi-CGStab 法 (双共役勾配安定化法)
乱流	LES (Smagorinsky 但し大気成層を考慮) RANS (Meller-Yamada level2)
雲微物理	Kessler (1969)の改良版
短波放射	Mahrer, and Pielke (1977) の改良版
長波放射	Mahrer, and Pielke (1977) の改良版
地表面過程	Slab モデル

表1 モデルの概要.

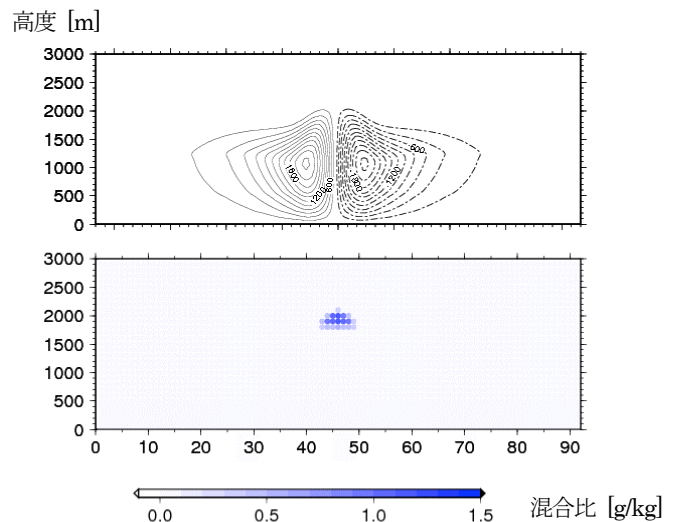


図1 ヒートアイランド循環の流線(上図)と雲水混合比(下図).

謝辞

本研究の開発の一部は, 文部科学省の委託事業「気候変動 適応研究推進プログラム」において実施したものである. 本研究で実施した数値シミュレーションは, 筑波大学計算科学研究センター学際共同利用プログラムで実施された.